



MIEMBROS A TENSIÓN



ANÁLISIS DE MIEMBROS A TENSIÓN

- No hay peligro de pandeo
- Forma más simple -> sección circular (arriostramientos)
- Uso de secciones laminadas con perfiles angulares
 - Ángulo simples
 - Ángulos dobles
 - Secciones T
 - Canales
- Miembros de más de una sección necesitan conectarse



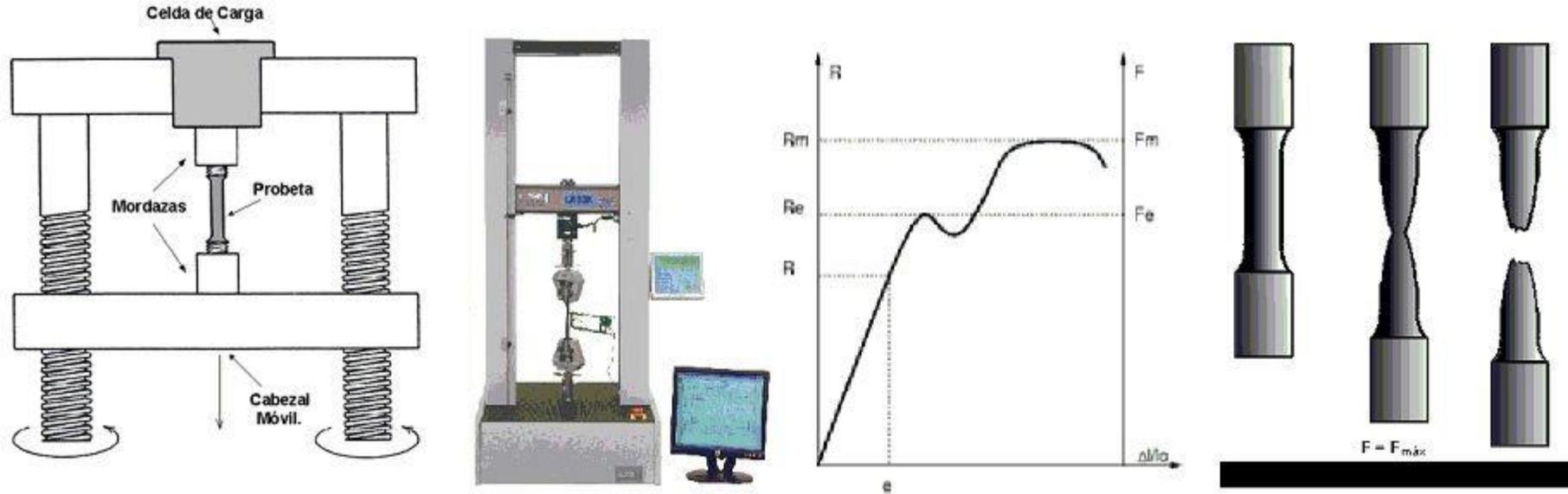
RESISTENCIA NOMINAL

- Un miembro dúctil de acero puede resistir, sin fracturarse, una carga mayor que la correspondiente al producto del área de su sección transversal por el esfuerzo de fluencia del acero, gracias al endurecimiento por deformación.
- Sin embargo, un miembro a tensión cargado hasta el endurecimiento se alarga considerablemente antes de la fractura, restando utilidad
- Puede tender a fracturarse en las aberturas



RESISTENCIA NOMINAL

- Un miembro dúctil de acero puede resistir, sin fracturarse, una carga mayor que la correspondiente al producto del área de su sección transversal por el esfuerzo de fluencia del acero, gracias al endurecimiento por deformación.
- Sin embargo, un miembro a tensión cargado hasta el endurecimiento se alarga



RESISTENCIA NOMINAL

- Según el AISC
 - La resistencia nominal de un miembro a tensión será la más pequeña de:
 - Para el estado límite de fluencia

$$P_n = F_y \times A_g$$
$$\phi P_n = \phi(F_y \times A_g); \phi = 0.9$$

- Para fractura

$$P_n = F_u \times A_e$$
$$\phi P_n = \phi(F_u \times A_e); \phi = 0.75$$



RESISTENCIA NOMINAL

- Según el AISC
 - La resistencia nominal de un miembro a tensión será la más pequeña de:
 - Para el estado límite de fluencia

$$\frac{P_n}{\Omega} = \frac{P_n = F_y \times A_g}{(F_y \times A_g)}; \Omega = 1.67$$

- Para fractura

$$\frac{P_n}{\Omega} = \frac{P_n = F_u \times A_e}{(F_u \times A_e)}; \Omega = 2.00$$



RESISTENCIA NOMINAL

- Según el AISC
 - La resistencia nominal de un miembro a tensión será la más pequeña de:
 - Para el estado límite de fluencia

$$\frac{Pn}{\Omega} = \frac{Pn = Fy \times Ag}{\Omega} = \frac{(Fy \times Ag)}{\Omega}; \Omega = 1.67$$

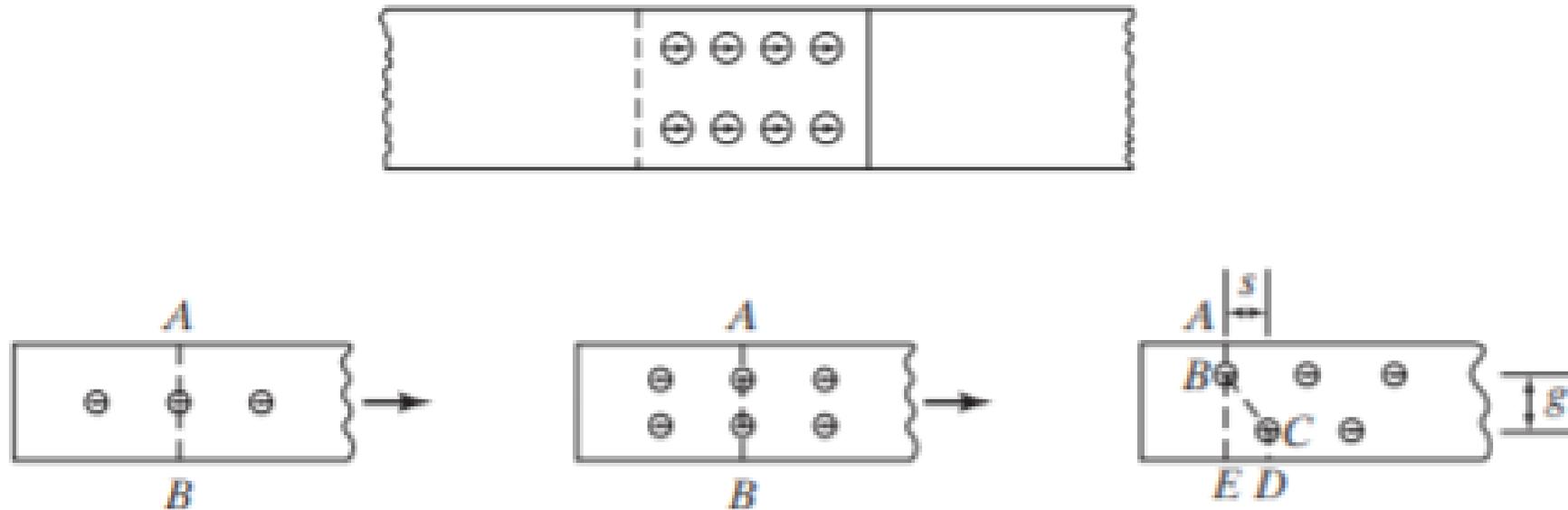
- Para fractura

$$\frac{Pn}{\Omega} = \frac{Pn = Fu \times Ae}{\Omega}; \Omega = 2.00, Ae = AnU$$



RESISTENCIA NOMINAL

- Área Neta A_n



RESISTENCIA NOMINAL

- Área Neta Efectiva

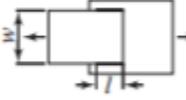
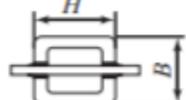
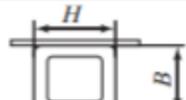
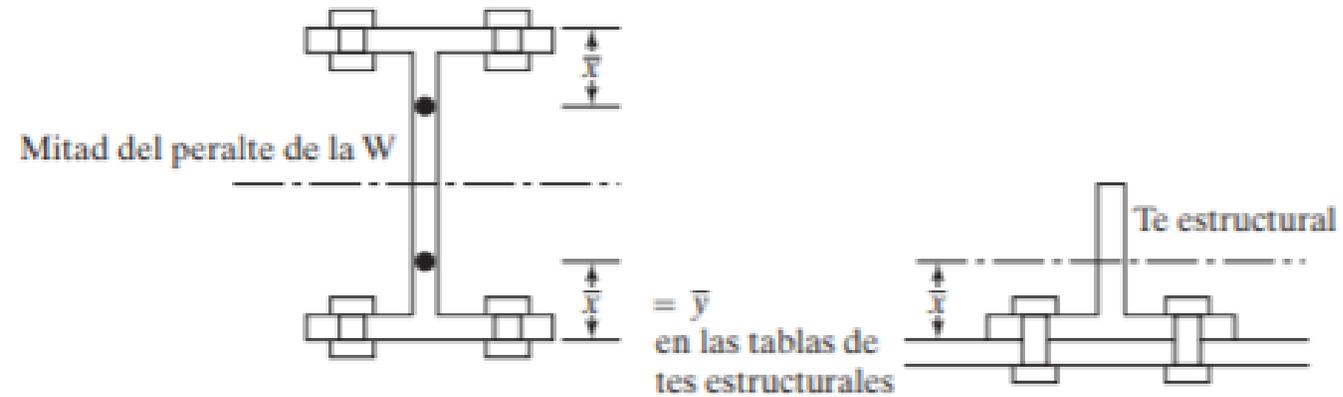
Caso	Descripción del elemento	Factor de retraso de cortante, U	Ejemplo
1	Todos los miembros a tensión donde la carga de tensión se transmite directamente a cada uno de los elementos de la sección transversal mediante sujetadores o soldadura (excepto en los Casos 4, 5 y 6).	$U = 1.0$	—
2	Todos los miembros a tensión, excepto placas y HSS, donde la carga de tensión se transmite a algunos pero no a todos los elementos de la sección transversal mediante sujetadores o soldadura longitudinal en combinación con soldadura transversal. (En forma alterna, para W, M, S y HP, puede usarse el Caso 7. Para los ángulos, puede usarse el Caso 8.)	$U = 1 - \bar{x}/l$	
3	Todos los miembros a tensión donde la carga de tensión se transmite solamente por la soldadura transversal a algunos pero no a todos los elementos de la sección transversal.	$U = 1.0$ y $A_n = \text{área de los elementos directamente conectados}$	—
4	Placas donde la carga de tensión se transmite solamente por soldadura longitudinal.	$l \geq 2w \dots U = 1.0$ $2w > l \geq 1.5w \dots U = 0.87$ $1.5w > l \geq w \dots U = 0.75$	
5	HSS redonda con una placa de empalme concéntrica individual.	$l \geq 1.3D \dots U = 1.0$ $D \leq l < 1.3D \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = D/\pi$	
6	HSS rectangular		
	con una placa de empalme concéntrica individual	$l \geq H \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2 + 2BH}{4(B + H)}$	
	con dos placas de empalme laterales	$l \geq H \dots U = 1 - \bar{x}/l$ $\bar{x} = \frac{B^2}{4(B + H)}$	

Tabla D3.1 Manual AISC



RESISTENCIA NOMINAL

- Área Neta Efectiva

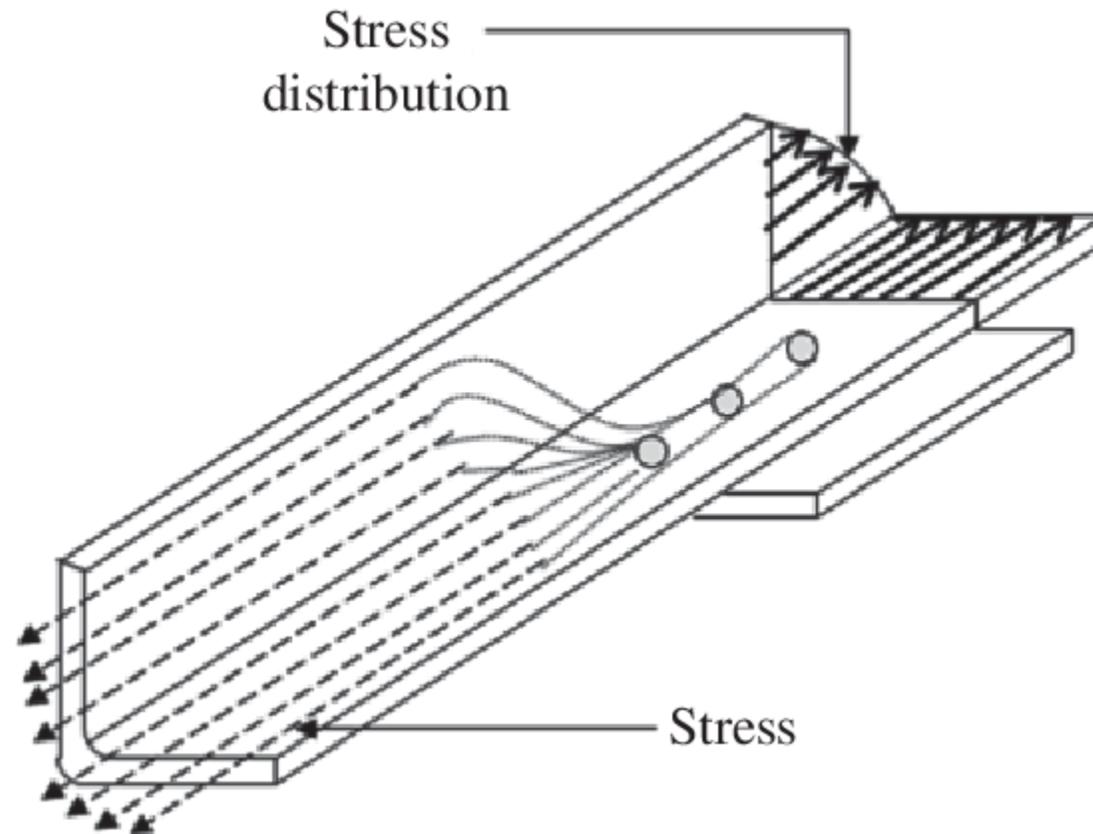


RESISTENCIA NOMINAL

- Si la carga se transmite sólo por soldaduras longitudinales a otros elementos que no sean placas, o por soldaduras longitudinales en combinación con soldaduras transversales, A debe ser igual al área bruta total A_g del miembro
- Si una carga de tensión se transmite sólo por soldaduras transversales, A debe ser igual al área de los elementos directamente conectados y U es igual a 1.0
- Las longitudes de las soldaduras no deben ser menores que el ancho de las placas o barras.
- La letra A representa el área de la placa, y UA es el área neta efectiva.



RETRASO DE CORTANTE



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Compactos
- Dimensiones razonables
- Conexiones que minimicen el retraso a cortante
- Consideraciones de:
 - Rectitud
 - Esbeltez
 - Compresión



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- La resistencia requerida a tensión debe ser mayor al menor de
 - La resistencia a la fluencia probable
 - La máxima carga determinada por análisis que pueda ser transferida a los arriostramientos del sistema



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Área total mínima neta

$$A_g \text{ mín} = \frac{P_u}{\phi_t F_y}$$

- Área mínima efectiva

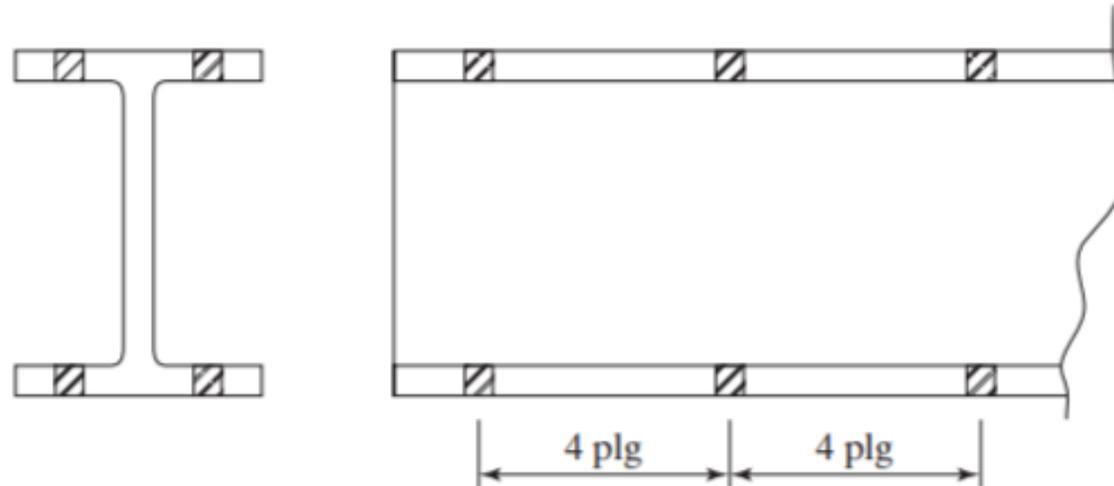
$$A_e \text{ mín} = \frac{P_u}{\phi_t F_u}$$

- P_u representa la combinación de carga que más daño puede causar a la estructura



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSION

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión $PD = 130$ klb y una carga viva de servicio de tensión $PL = 110$ klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de $7/8$ plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión $PD = 130$ klb y una carga viva de servicio de tensión $PL = 110$ klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de $7/8$ plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Calculamos la combinaciones de carga
- Calculamos A_g_{min}
- Radio de giro
- Fluencia de la sección
- Resistencia de fractura a la tensión
- Relación de esbeltez



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión $P_D = 130$ klb y una carga viva de servicio de tensión $P_L = 110$ klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Calculamos la combinaciones de carga

LRFD	ASD
$P_u = 1.4D = (1.4)(130 \text{ klb}) = 182 \text{ klb}$	$P_u = D + L$
$P_u = 1.2D + 1.6L = (1.2)(130 \text{ klb}) + (1.6)(110 \text{ klb}) = 332 \text{ klb}$	$= 130 \text{ klb} + 110 \text{ klb}$
	$= 240 \text{ klb}$



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Calculamos A_g _min

$$A_g \text{ mín} = \frac{P_u}{\phi_t F_y} = \frac{332 \text{ klb}}{(0.90)(50 \text{ klb/plg}^2)} = 7.38 \text{ plg}^2$$



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Calculamos A_g _min

$$A_g \text{ mín} = \frac{P_u}{\phi_t F_u U} + \text{áreas estimadas de agujeros}$$

$$A_g \text{ mín} = \frac{332 \text{ klb}}{(0.75)(65 \text{ klb/plg}^2)(0.85)} + (4) \left(\frac{7}{8} \text{ plg} + \frac{1}{8} \text{ plg} \right) (0.380 \text{ plg}) = 9.53 \text{ plg}^2$$



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Radio de giro

$$r_{\text{mín}} = \frac{L}{300} = \frac{(12 \text{ plg/pie})(30 \text{ pies})}{300} = 1.2 \text{ plg}$$

Pruebe con una W12 × 35 ($A_g = 10.3 \text{ plg}^2$, $d = 12.50 \text{ plg}$, $b_f = 6.56 \text{ plg}$,
 $t_f = 0.520 \text{ plg}$, $r_{\text{mín}} = r_y = 1.54 \text{ plg}$)



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Fluencia de la sección

$$P_n = F_y A_g = (50 \text{ klb/plg}^2)(10.3 \text{ plg}^2) = 515 \text{ klb}$$

LRFD con $\phi_t = 0.9$	ASD con $\Omega_t = 1.67$
$\phi_t P_n = (0.9)(515 \text{ klb}) = 463.5 \text{ klb} > 332 \text{ klb}$ OK	$\frac{P_n}{\Omega_t} = \frac{515 \text{ klb}}{1.67} = 308.4 > 240 \text{ klb}$ OK



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).

- Resistencia de fractura a la tensión

$$P_n = F_u A_e = (65 \text{ klb/plg}^2)(6.99 \text{ plg}^2) = 454.2 \text{ klb}$$

De la Tabla 3.2, Caso 2

\bar{x} para la mitad de W12 × 35 o lo que es WT6 × 17.5 = 1.30 plg

$$L = (2)(4 \text{ plg}) = 8 \text{ plg}$$

$$U = \left(1 - \frac{\bar{x}}{L}\right) = \left(1 - \frac{1.30 \text{ plg}}{8 \text{ plg}}\right) = 0.84$$

De la Tabla 3.2, Caso 7

$U = 0.85$, ya que $b_f = 6.56 \text{ plg} < \frac{2}{3}d = \left(\frac{2}{3}\right)(12.50 \text{ plg}) = 8.33 \text{ plg}$,

$$A_n = 10.3 \text{ plg}^2 - (4)\left(\frac{7}{8} \text{ plg} + \frac{1}{8} \text{ plg}\right)(0.520 \text{ plg}) = 8.22 \text{ plg}^2$$

$$A_e = (0.85)(8.22 \text{ plg}^2) = 6.99 \text{ plg}^2$$

DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Resistencia de fractura a la tensión

LRFD con $\phi_t = 0.75$	ASD con $\Omega_t = 2.00$
$\phi_t P_n = (0.75)(454.2 \text{ klb}) = 340.7 \text{ klb} > 332 \text{ klb}$ OK	$\frac{P_n}{\Omega_t} = \frac{454.2 \text{ klb}}{2.00} = 227.1 \text{ klb} < 240 \text{ klb}$ N.G.



DISEÑO DE MIEMBROS A TENSIÓN

- Seleccione un perfil W12 de acero A992 de 30 pies de longitud para soportar una carga muerta de servicio de tensión PD = 130 klb y una carga viva de servicio de tensión PL = 110 klb. Como se muestra en la Figura, el miembro tendrá dos hileras de tornillos de 7/8 plg en cada patín (por lo menos tres en una línea a 4 plg entre centros).
- Relación de esbeltez

$$\frac{L_y}{r_y} = \frac{12 \text{ plg/pie} \times 30 \text{ pie}}{1.54 \text{ plg}} = 234 < 300, \text{ OK} \quad \text{OK}$$

Resp. Por LRFD, use W12 × 35.

Por ASD, use la siguiente sección mayor W12 × 40.



MIEMBROS COMPUESTOS SOMETIDOS A TENSIÓN

- Cuando se construye un miembro a tensión con elementos en contacto continuo entre sí, como una placa y un perfil o dos placas, la separación longitudinal de los conectores entre esos elementos no debe exceder de 24 veces el espesor de la placa más delgada, o de 12 plg si el miembro va a ser pintado o si no va a ser pintado y no estará sometido a efectos corrosivos.
- Si el miembro consiste en elementos de acero intemperizado sin pintura en contacto continuo y sometidos a corrosión atmosférica, la separación máxima permisible entre conectores es de 14 veces el espesor de la placa más delgada, o 7 plg.
- Si un miembro a tensión se construye con dos o más perfiles separados por rellenos intermitentes, los perfiles deben conectarse entre sí a intervalos tales que la relación de esbeltez de los perfiles individuales entre los conectores no exceda de 300.
- La distancia del centro de cualquier perno al borde más cercano de la parte conectada en consideración no debe ser mayor de 12 veces el espesor de la parte conectada, o de 6 plg.
- Planchas de asiento deben tener una longitud no menor que dos tercios de la distancia entre las líneas de soldadura o sujetadores conectándolas a los componentes del miembro
- El ancho mínimo permisible para las placas de unión es el ancho entre las hileras de conectores, más la distancia al borde, en cada lado, necesaria para impedir que los tornillos agrieten la placa



DISEÑO POR FATIGA

- En base a cargas de servicio
- La resistencia por fatiga de un miembro específico depende del número de ciclos de cambio de esfuerzos, del intervalo de cambio de la carga y del tamaño de los defectos
- La tensión máxima permitida debido a cargas no factoradas es $0,66F_y$
- No se requiere la evaluación de la resistencia a fatiga cuando el rango de tensiones de la carga viva es menor que del umbral de fatiga del rango tensiones, F_{TH} .
- Las tensiones se calculan basados en un análisis elástico
- Las tensiones no se amplifican por discontinuidades geométricas
- Si se supone que el número de ciclos de la carga es menor de 20 000, no es necesario considerar la fatiga. (Tres ciclos por día durante 25 años es igual a 27 375 ciclos.)



DISEÑO POR FATIGA

- Rango de tensión admisible de diseño

$$F_{SR} = \left(\frac{C_f}{n_{SR}} \right)^{0.333} \geq F_{TH}$$

$$F_{SR} = \left(\frac{C_f \times 329}{n_{SR}} \right)^{0.333} \geq F_{TH} \quad (\text{S.I.})$$



DISEÑO POR FATIGA

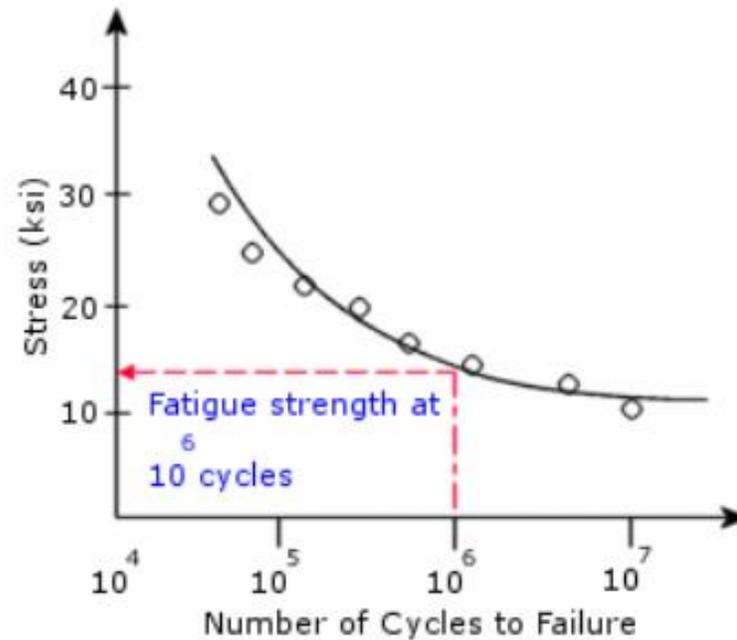
- Rango de tensión admisible de diseño

TABLA A-3.1 Parámetros de Diseño por Fatiga				
Descripción	Categoría de Tensión	Constante C_f	Umbral F_{TH} kgf/cm ² (MPa)	Punto de Potencial Inicio de Fractura
Sección 1. Material plano alejado de cualquier soldadura				
1.1 Metal Base, excepto acero de alta resistencia no cubierto, con superficie laminada o limpia. Bordes cortados térmicamente con dureza superficial de 1000 μ in. (25 μ m) o menor, pero sin esquinas entrantes.	A	250 x 10 ⁸	1686 (165)	Alejado de toda soldadura o conexión estructural.
1.2 Metal base de acero de alta resistencia no recubierto con superficie laminada o limpia. Bordes cortados térmicamente con dureza superficial de 1000 μ in. (25 μ m) o menor, pero sin esquinas entrantes.	B	250 x 10 ⁸	1125 (110)	Alejado de toda soldadura o conexión estructural.
1.3 Miembros con agujeros taladrados o escariados. Miembros con esquinas entrantes en rebajes, cortes, obstrucciones o discontinuidades geométricas hechas de acuerdo con los requerimientos del Anexo 3.5, excepto agujeros de acceso para soldadura.	B	250 x 10 ⁸	1125 (110)	En un borde externo o en el perímetro del agujero.



DISEÑO POR FATIGA

- Rango de tensión admisible de diseño
- Curva S-N



EJEMPLO

- Un miembro a tensión consta de una sección W12 ($F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$) con conexiones en los extremos de soldadura de filete. La carga muerta de servicio es de 40 klb, mientras que se estima que la carga viva de servicio varía desde una compresión de 20 klb a una tensión de 90 klb cincuenta veces al día para una vida de diseño estimada de 25 años. Seleccione la sección, usando el procedimiento del AISC



EJEMPLO

- Un miembro a tensión consta de una sección W12 ($F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$) con conexiones en los extremos de soldadura de filete. La carga muerta de servicio es de 40 klb, mientras que se estima que la carga viva de servicio varía desde una compresión de 20 klb a una tensión de 90 klb cincuenta veces al día para una vida de diseño estimada de 25 años. Seleccione la sección, usando el procedimiento del AISC

$$P_u = (1.2)(40 \text{ klb}) + (1.6)(90 \text{ klb}) = 192 \text{ klb}$$

Tamaño estimado de la sección para fluencia a tensión de la sección total

$$A_g \geq \frac{P_u}{\phi_t F_y} = \frac{192 \text{ klb}}{(0.9)(50 \text{ klb/plg}^2)} = 4.27 \text{ plg}^2$$

Intente con una W12 × 16 ($A_g = 4.71 \text{ plg}^2$)



EJEMPLO

- Un miembro a tensión consta de una sección W12 ($F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$) con conexiones en los extremos de soldadura de filete. La carga muerta de servicio es de 40 klb, mientras que se estima que la carga viva de servicio varía desde una compresión de 20 klb a una tensión de 90 klb cincuenta veces al día para una vida de diseño estimada de 25 años. Seleccione la sección, usando el procedimiento del AISC

$$n_{SR} = (50)(365)(25) = 456\,250$$



EJEMPLO

- Un miembro a tensión consta de una sección W12 ($F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$) con conexiones en los extremos de soldadura de filete. La carga muerta de servicio es de 40 klb, mientras que se estima que la carga viva de servicio varía desde una compresión de 20 klb a una tensión de 90 klb cincuenta veces al día para una vida de diseño estimada de 25 años. Seleccione la sección, usando el procedimiento del AISC

De acuerdo con la Tabla A-3.1 del Apéndice 3 de la Especificación AISC, el miembro está contemplado en la Sección 1 de la tabla y en la categoría de esfuerzos A.

$$C_f = 250 \times 10^8 \text{ de la tabla}$$

$$F_{TH} = 24 \text{ klb/plg}^2 \text{ de la tabla}$$

$$F_{SR} = \left(\frac{C_f}{n_{SR}} \right)^{0.333} = \left(\frac{250 \times 10^8}{456 \ 250} \right)^{0.333} = 37.84 \text{ klb/plg}^2$$



EJEMPLO

- Un miembro a tensión consta de una sección W12 ($F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$) con conexiones en los extremos de soldadura de filete. La carga muerta de servicio es de 40 klb, mientras que se estima que la carga viva de servicio varía desde una compresión de 20 klb a una tensión de 90 klb cincuenta veces al día para una vida de diseño estimada de 25 años. Seleccione la sección, usando el procedimiento del AISC

$$\text{Tensión máxima de la carga de servicio} = \frac{40 \text{ klb} + 90 \text{ klb}}{4.71 \text{ plg}^2} = 27.60 \text{ klb/plg}^2$$

$$\text{Tensión mínima de la carga de servicio} = \frac{40 \text{ klb} - 20 \text{ klb}}{4.71 \text{ plg}^2} = 4.25 \text{ klb/plg}^2$$



EJEMPLO

- Un miembro a tensión consta de una sección W12 ($F_y = 50 \text{ klb/plg}^2$) con conexiones en los extremos de soldadura de filete. La carga muerta de servicio es de 40 klb, mientras que se estima que la carga viva de servicio varía desde una compresión de 20 klb a una tensión de 90 klb cincuenta veces al día para una vida de diseño estimada de 25 años. Seleccione la sección, usando el procedimiento del AISC

$$\text{Intervalo real de esfuerzos} = 27.60 - 4.25 = 23.35 \text{ klb/plg}^2$$

$$< F_{SR} = 37.84 \text{ klb/plg}^2$$

Use una W12 \times 16.



SELECCIÓN DE PERFIL

- Combinaciones de carga
- Ag mínimo (considerando agujeros de conexión)
- Radio de giro
- Selección de perfil
- Chequeo
 - Fluencia total
 - Resistencia a la fractura
 - Esbeltez

